Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

КОНСТРУКЦИЯ И ГЕОМЕТРИЯ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

Методические указания
к выполнению практических работ
по курсам «Технология конструкционных материалов»
и «Технологические процессы в машиностроении
для студентов направлений

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
23.03.01 «Нефтегазовое дело»

очная и заочная формы обучения

Энгельс 2025

Цель работы: изучить конструктивные элементы и геометрические параметры токарных резцов, а также способы их измерения.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Схема резания при точении

Обработка точением при изготовлении деталей машин, механизмов, приборов является самым распространенным, высокопроизводительным и универсальным методом. Схема резания при точении предусматривает удаление поверхностного слоя материала заготовки с глубиной резания t за счет ее установки на станке и вращения со скоростью резания V, а также благодаря поступательному движению резца 1 с подачей S (рис. 1). При этом различают обрабатываемую поверхность 2, поверхность резания 3 и обработанную поверхность 4.

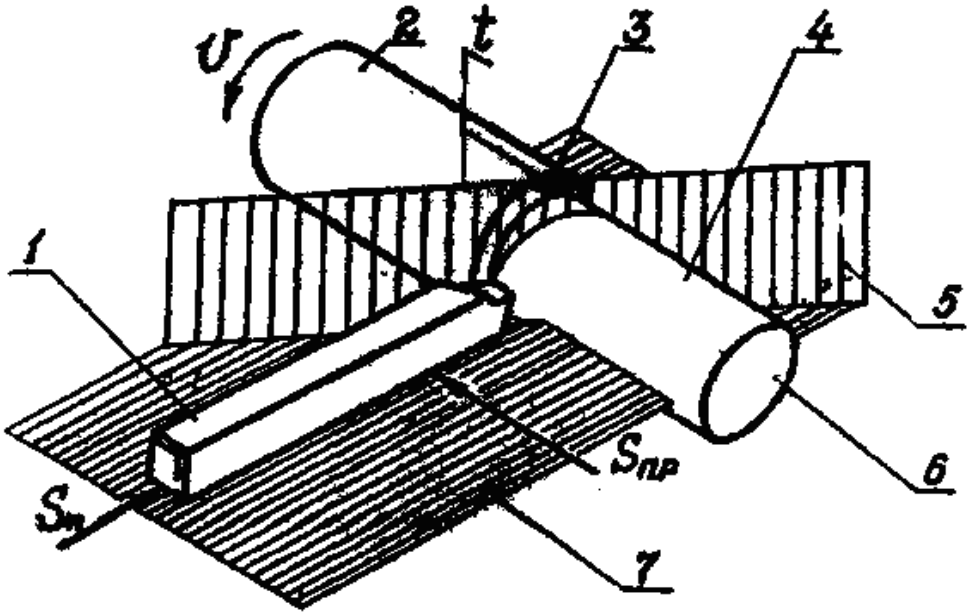

Рис. 1. Схема резания и координатные плоскости при точении.

По направлению подачи резца различают точение с продольной подачей Sпр для обработки наружных и внутренних поверхностей, имеющих форму тел вращения, а также точение с поперечной подачей Sn для обработки плоских торцевых поверхностей 6 либо канавок или фасонных поверхностей.

Конструкция и классификация резцов.

Резец обычно представляет стержень прямоугольного или круглого сечения, который состоит из двух основных частей: головки 6, являющейся рабочей частью резца, и державки 5, служащей для закрепления резца в резцедержателе (рис. 2).

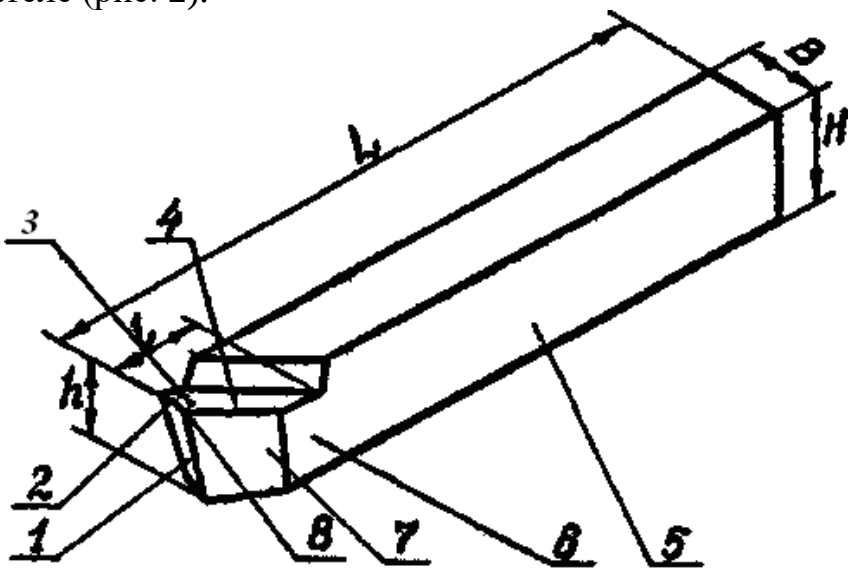

Рис. 2. Элементы конструкции резца.

Головка имеет следующие рабочие элементы: переднюю поверхность 3, главную заднюю поверхность 7 и вспомогательную заднюю поверхность 1, главную режущую кромку 4 и вспомогательную режущую кромку 2, а также вершину 8.

Передняя поверхность воспринимает нагрузку от сходящей по ней стружки, главная задняя поверхность контактирует с поверхностью резания 3, вспомогательная задняя поверхность - с обработанной поверхностью 4 (рис.1).

Повышение производительности обработки достигается увеличением значений параметров резания: глубины t, подачи S, скорости V, что вызывает возрастание механических и тепловых нагрузок на рабочую часть резца. Чтобы при этом обеспечить необходимое качество обработки и стойкость резца, для его изготовления применяют инструментальные материалы с высокой твердостью, прочностью, теплостойкостью, износостойкостью, которые обладают также значительной стоимостью.

По способу изготовления резцы разделяются на цельные (рис. 2), составные 1 и сборные 2,3 (рис. 3).

Цельные резцы изготовляют из инструментальных низколегированных сталей 9ХС, ХВ5, ХВГ с невысокой теплостойкостью и применяют в ремонтном и мелкосерийной производстве при скоростях резания до 25 м/мин.

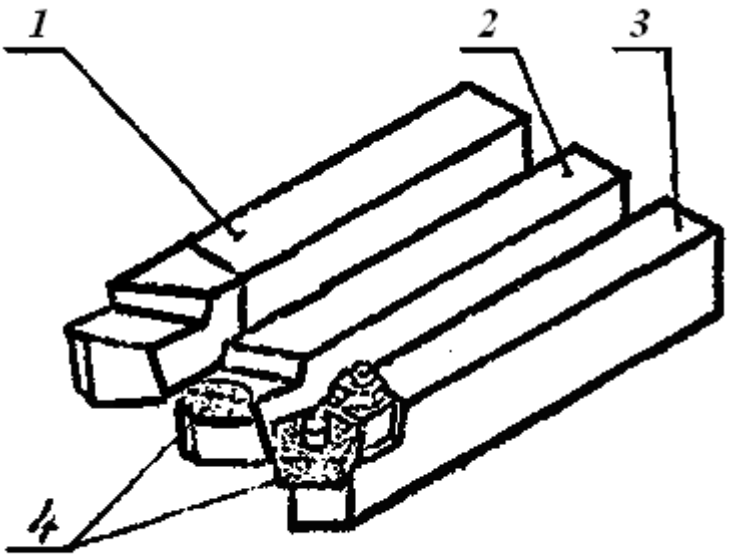

Рис.3. Конструкция резцов.

Составные резцы имеют головку, изготовленную из инструментальной высоколегированной, быстрорежущей стали Р9, Р6М3, Р6М5, Р9Ф5, иногда - из инструментального твердого сплава, а державку - из конструкционной или инструментальной углеродистой либо низколегированной стали. Головка и державка таких резцов соединяются сваркой либо пайкой так, что общая стоимость резцов, остается на невысоком уровне, а хорошая теплостойкость материала головки позволяет использовать их в крупносерийном производстве при скоростях резания до 100 м/мин.

Сборные резцы снабжаются режущей пластинкой 4 из быстрорежущей стали, твердого сплава, минералокерамики или режущим кристаллом алмаза либо эльбора. Такие резцы изготавливаются из конструкционной или инструментальной стали, а режущая пластинка либо кристалл удерживается в специальном гнезде головки резца с помощью пайки, механического крепления или за счет сил резания.

Твёрдые сплавы применяют для изготовления режущих пластин путем пресования и спекания смеси порошков кобальта и карбида вольфрама (ВК2, ВК3М, ВК4 и др.) карбидов вольфрама и титана (Т5К10, Т15К6, Т30К4 и др.), а также карбидов вольфрама, титана и тантала (ТТ7К12, ТТ8К6 и др.). Повышенная теплостойкость указанных материалов обусловила их использование для резцов в массовом производстве деталей со скоростями резания до 1000 м/мин.

Минералокерамические материалы марок Т-48, ЦМ-332 прессуются либо отливаются и затем спекаются в виде режущих пластинок из смеси порошков на основе корунда Al_2O_3 (термокорунд, микролит). Высокая теплостойкость минералокерамики позволяет вести чистовую обработку деталей при скоростях до 2000 м/мин., обеспечивая значительное возрас-

тание производительности.

Алмазные кристаллы, природные типа А и синтетические типа АС, весом до 1 кар обладают высокой твердостью и малым коэффициентом трения. Поэтому они используются для обработки как вязких, так и сверхтвердых материалов со скоростями до 3000 м/мин. Эти материалы не должны содержать железа, т. к. алмаз легко вступает с ним в химические взаимодействие, и процесс резания ухудшается.

Эльбор представляет синтезированный кубический нитрид бора (КНБ) с очень высокой теплостойкостью. Это позволяет применять его в виде сростка кристаллов для обработки особо твердых материалов, в том числе и содержащих железо, при скоростях до 160 м/мин.

По направлению подачи токарные резцы разделяются на правые и левые (рис. 4). Правые резцы применяются для подачи справа налево, левые резцы – для подачи слева направо. Чтобы определить тип резца, следует сверху положить ладонь правой руки, обратив вытянутые пальцы к его вершине. У правого резца главная режущая кромка окажется расположенной со стороны большого пальца, у левого резца – с другой стороны ладони.

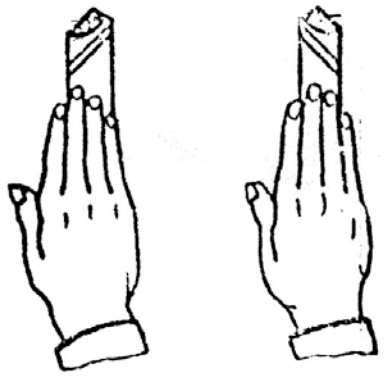

Рис. 4. Правый и левый резцы.

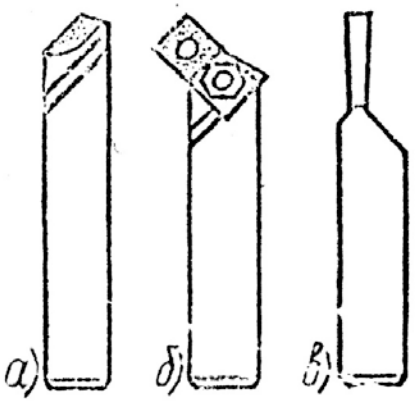

Рис. 5. Форма и расположение головки резцов.

По форме и расположению головки относительно державки различают токарные резцы прямые (рис. 5, а), отогнутые (рис. 5, б) и оттянутые (рис. 5, в).

По виду выполняемой работы токарные резцы делятся на проходные, подрезные, прорезные, отрезные, резьбовые, расточные и Фасонные.

Проходные прямые резцы служат для точения заготовок с продольной подачей при изготовлении гладких и ступенчатых валов (рис. 5, а). Упорные проходные резцы применяются для продольного точения ступенчатых валов с обработкой в конце прохода торцевой поверхности (рис. 6, б). Широкие (лопаточные) резцы используются для получения особо чистой поверхности (рис. 6, в). Такие резцы применяются и для обработки конусных поверхностей. Отогнутые проходные резцы позволяют без их

перестановки производить точение с продольной подачей, а также подрезку торца с поперечной подачей (рис. 6, г).

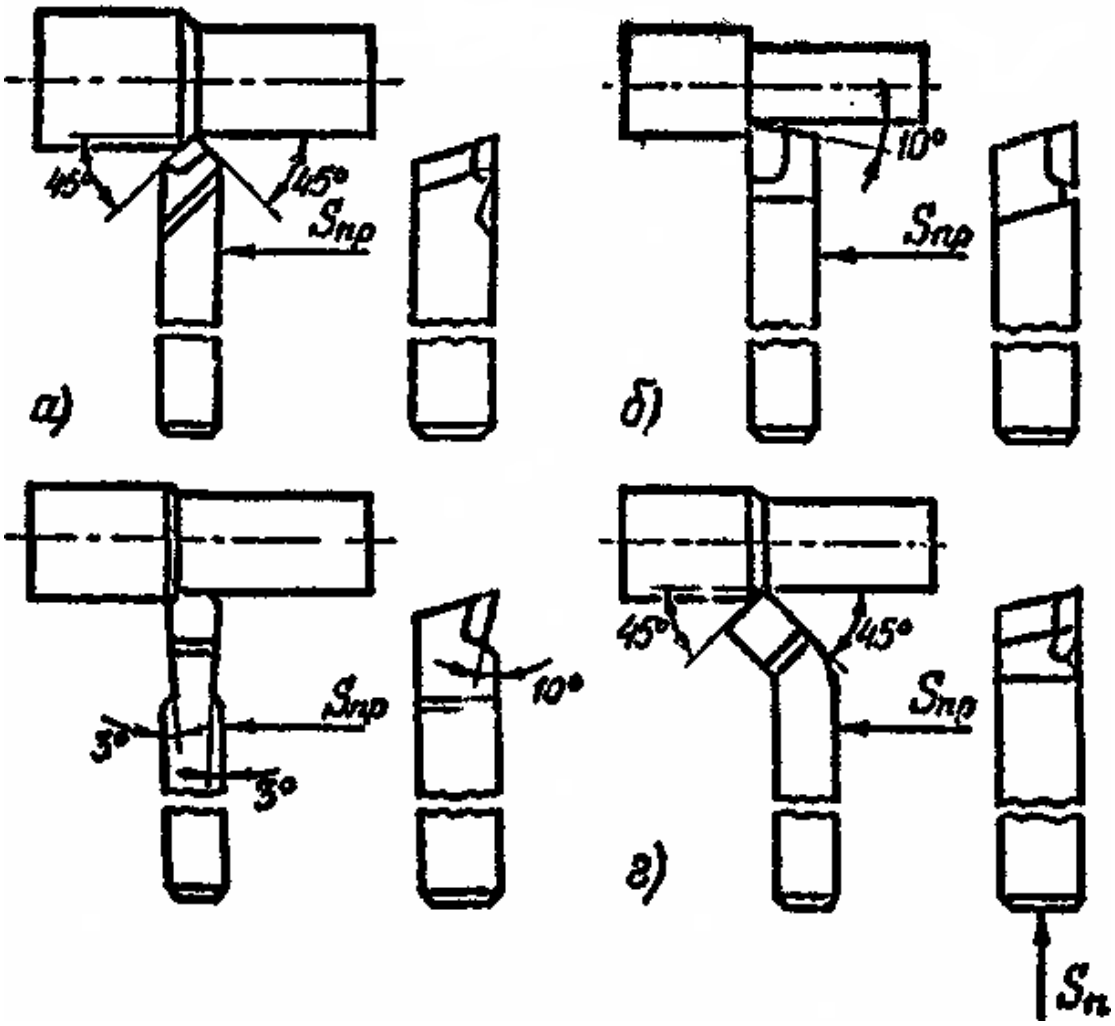

Рис. 6. Проходные резцы

Подрезные резцы предназначены для обработки торцовых поверхностей с поперечной подачей и имеют отогнутую головку (рис. 7).

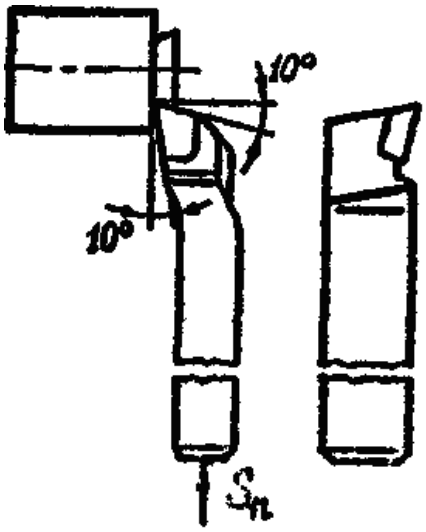

Рис. 7. Подрезные резцы

Угол расположения главной режущей кромки позволяет наиболее близко подвести резец к поддерживающему заднему центру станка, угол вспомогательной режущей кромки уменьшает ее трение по обработанной торцовой поверхности. Прорезные и отрезные резцы используются в заготовке кольцевых канавок (рис. 8, а) или разрезки заготовки на части (рис. 8, б). Головка таких резцов делается оттянутой, режущая кромка обычно имеет ширину от 2 до 8 мм с закругленными или заточенными на фаску вершинами для повышения прочности кромки.

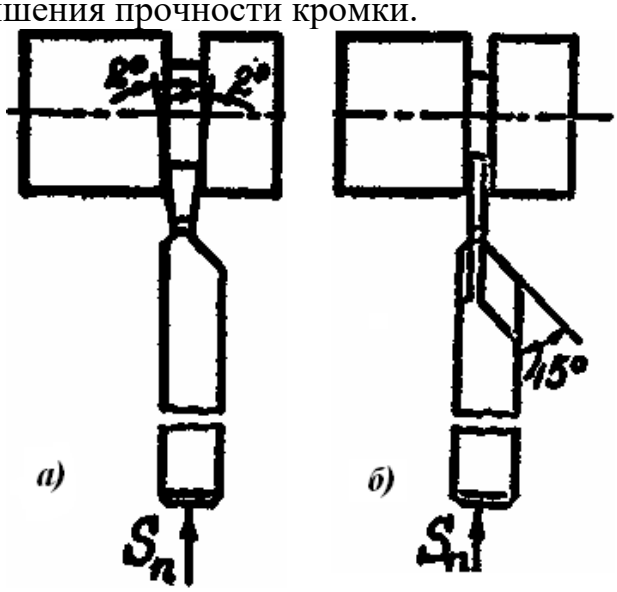

Рис. 8. Прорезной а) и отрезной б) резцы

Боковые кромки расположены под углом 1 ... 2° для уменьшения их трения по обработанным поверхностям. Прочность головки может быть повышена за счет увеличения ее высоты.

Резьбовые резцы служат для нарезания наружной или внутренней резьбы (рис. 9). Форма линии их режущих кромок соответствует профилю нарезаемой резьбы, причем при нарезании треугольных резьб угол между кромками при вершине резца делается на 0°30′ ... 1°30′ меньше угла профиля резьбы, т.к. в процессе резания происходит некоторой "разбивание" профиля.

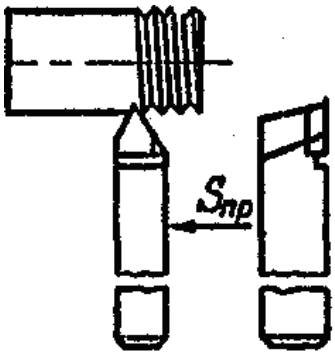

Рис. 9. Резьбовой резец

Расточные резцы применяются для обработки поверхности сквозных (рис. 10, а) или глухих (рис. 10, б) отверстий. Они делаются отогнутыми, причем у резцов для расточки глухих отверстий имеется угол расположения главной режущей кромки, позволяющий подвести ее наиболее близко к дну отверстия и произвести его подрезку. Передняя часть державки расточных резцов, входящая в отверстие, имеет круглое сечение, остальная часть державки - квадратное.

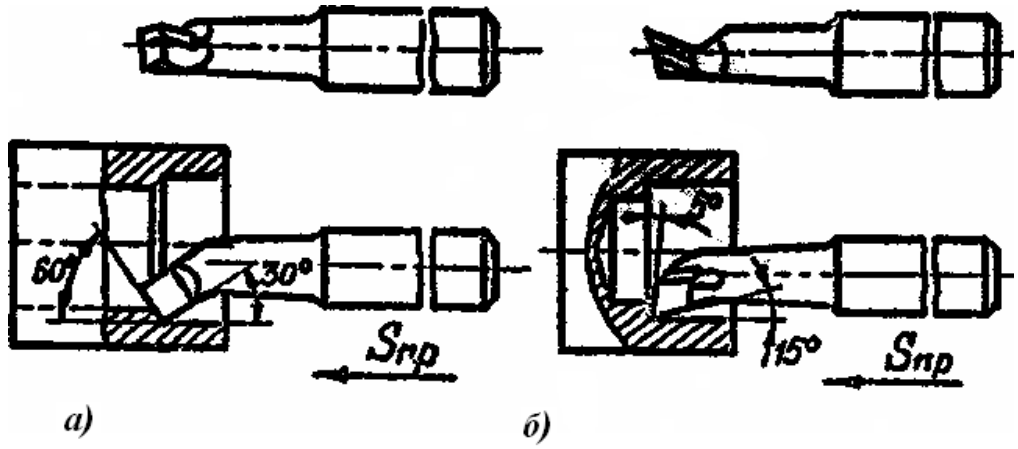

Рис. 10. Расточные резцы.

Фасонные резцы предназначены для обработки с поперечной подачей поверхностей сложного профиля и имеют соответствующую Форму режущей кромки (рис. 11). При этом срезаемый слой имеет значительную ширину, что увеличивает силы резания и требует от резцов повышенной жесткости. Это достигааеася прииданием головки резца круглой (рис.11, а) или призматической (рис. 11, б) формы и закреплением ее в специальной державки.

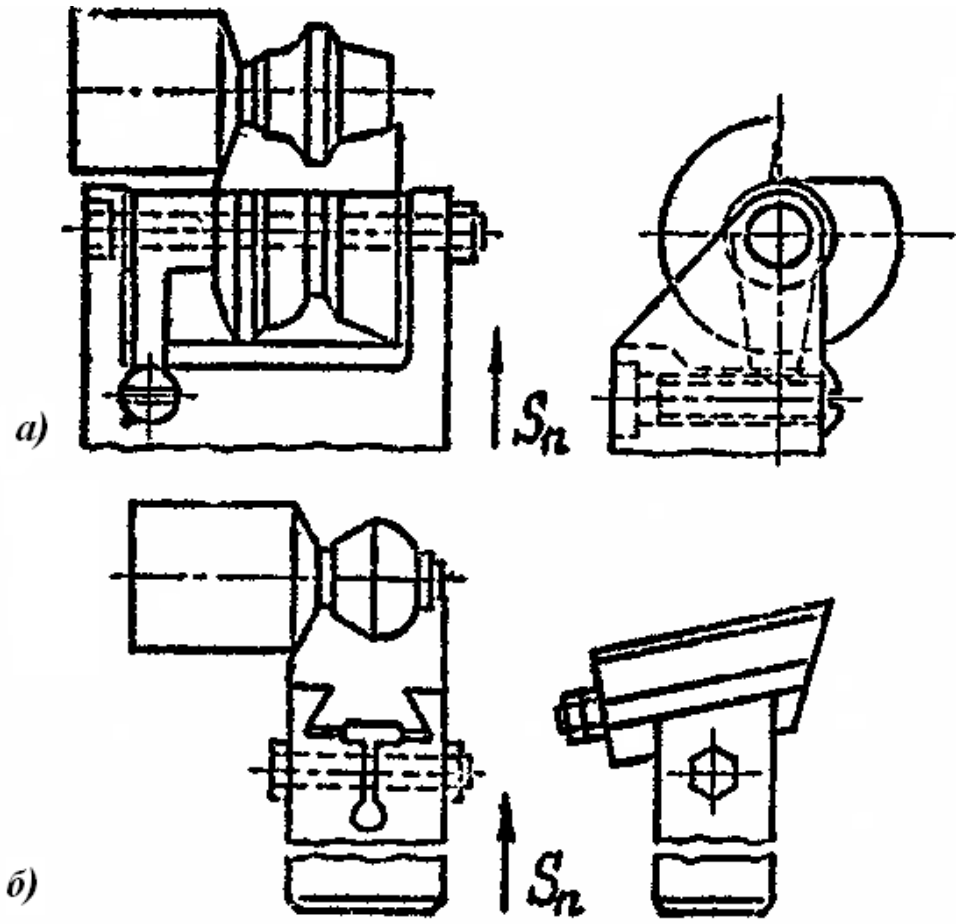

Рис. 11. Фасонные резцы.

Геометрия резцов.

Геометрические параметры резца включают его габаритные размеры, а также углы, под которыми расположены поверхности и режущие кромки головки относительно друг друга или относительно координатных плоскостей.

Координатные плоскости введены как поверхности начала отсчета для измерения геометрических параметров резца. К ним относятся основная плоскость 7 и плоскость резания 5 (рис. 1.).

Основная плоскость принята расположенной параллельно направлениям продольной и поперечной подачи, и для резца с прямоугольным сечением державки основной плоскостью считается его нижняя опорная поверхность. Плоскость резания является касательной к поверхности резания 3 и проходит через главную режущую кромку резца.

Габаритные размеры представляют общую длину L, резца, длину l и высоту h его головки, а также ширину и высоту H его державки (рис. 2).

Угли резца измеряются в глазной NN и вспомогательной N_1N_1 секущих плоскостях (рис. 12). Главная секущая плоскость проводится перпендикулярно проекции главной режущей кромки на основную плоскость через заданную точку этой проекции. Вспомогательная секущая секущая плоскость располагается перпендикулярно проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость, проходя через определенную точку этой проекции.

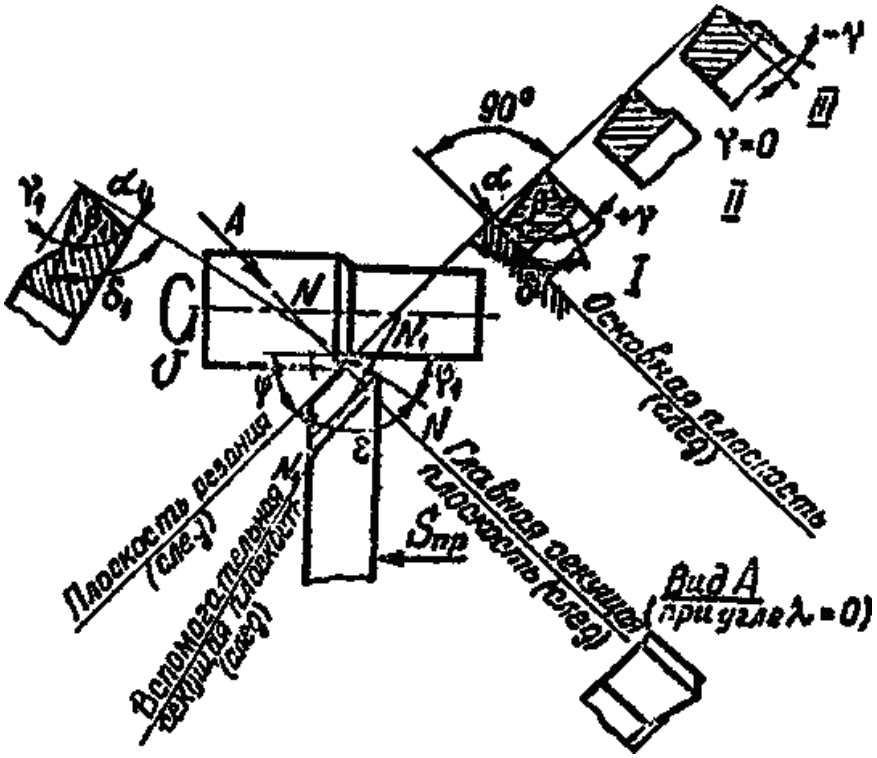

Рис. 12. Фасонные резцы.

Главные углы измеряются в сечении NN и включают передний угол

γ, задний угол α, угол заострения β и угол резания δ. Значение углов β и δ вычисляются с помощью формул:

$$\beta=90\varphi^{o}-(\gamma+\alpha);\ \delta=90^{o}-\gamma, \qquad (1)$$

угол γ и имеет несколько меньшие значения.

Вспомогательные углы измеряются в сечении N_1N_1 и включает передний угол γ_1, задний угол α_1, а также угол заострения β_1 и угол резания δ_1, которые вычисляются с помощью зависимостей, соответствующих формулам (1).

Г лавный передний угол γ измеряется между передней поверхностью резца (или касательной к ней) и плоскостью, проходящей через главную режущую кромку перпендикулярно плоскости резания. Величина угла γ оказывает большое влияние на силы резания, качество обработанной поверхности и стойкость резца. Она может иметь как положительное значение, если режущая кромка занимает наивысшее положение на передней поверхности (рис.12, I), так и отрицательное, если режущая кромка находился в низшей части передней поверхности (рис 12, III). С увеличение положительных значений угла γ облегчается резание материалов невысокой твердости, улучшает качество обработанной поверхности, но снижает прочность режущего лезвия. Поэтому при обработке твердых материалов следует уменьшить угол γ вплоть до его отрицательных значений

Обычно угол γ принимается равным значениям в пределах от -10° до $+20°$ в зависимости от твердости обрабатываемого материала и вида обработки.

Главный задний угол α измеряется между главной задней поверхностью резца (или касательной к ней) и плоскостью резания. Его величина в значительной степени определяет силы резания, стойкость резца и зависит также от применяемой подачи. При обработке вязких материалов следует применять увеличенные до 10° ... $12°$ значения угла α для снижения сил резания. Твердые материалы требуют уменьшения угла α до 6° ...$8°$, что позволяет повысить стойкость резца и прочность режущего лезвия. Обработка с большими подачами обуславливает значительные силы резания и для необходимой стойкости резца требуются малые значения угла α .

Главный угол заострения β и главный угол резания δ связаны с углами γ и α выше приведенными зависимостями (1), поэтому их значения в основном характеризуют соответствующими образом силы резания, стойкость резца и прочность режущего лезвия.

Вспомогательный передний угол γ_1 измеряется между передней поверхностью резца (или касательной к ней) и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно плоскости резания. Он оказывает примерно такое же влияние на процесс резания, как и главный передний угол γ и может иметь несколько меньшие значения.

Вспомогательный задний угол α_1 измеряется между вспомогательной задней поверхностью (или касательной к ней) и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости. Он обусловливает трение вспомогательной задней поверхности по обработанной поверхности заготовки и влияет на качество обработка. Его величина делается обычно в 2 раза меньше главного заднего угла α.

Углы резца в плане измеряются в основной плоскости и включают главный угол в плане φ, вспомогательный угол в плане φ_1, и угол при вершине ε, которые связаны между собой зависимостью:

$$\varepsilon=180-(\varphi+\varphi_1) \qquad (2)$$

Главной угол в плане изменяется между проекцией главной режущей кротки на основную плоскость и направлением подачи. С увеличением угла φ ухудшается шероховатость обработанной поверхности, но повышается точность обработки за счет уменьшения сил резания и вибрации заготовки. Поэтому при обработке жестких заготовок, когда отношение длины L, к диаметру D заготовки невелико (L/D<5), применяют малые углы φ, равные 10º...30º. Для заготовок средней жесткости при L/D=5...10 угол φ делается равным 45°, при L/D=10...15.

Требует приминение угла φ величиной 60º…75°. При обработке нежестких длинных и тонких валов следует принимать угол φ равным 80º...90º.

Вспомогательный угол в плане φ_1 измеряется между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи. Изменение его величины влияет на процесс обработки подобно изменению угла φ, поэтому для жестких, целесообразно использовать угол φ_1, равный 5º...10º, а при обработки заготовок малой жесткости этот угол следует увеличить до 30º...45°.

Угол при вершине в плане ε измеряется между проекциями режущих кромок на основную плоскость либо вычисляется по вышеприведенной формуле (2), для улучшения шероховатости обработанной поверхности и повышения стойкости резца режущее кромки у вершине сопрягаются по радиусу или чаще по переходной кромки. Увеличение радиуса или длины переходной кромки от 0,5 до 3,0 мм положительно сказывается на указанных параметрах, однако вместе с этим возрастают силы резания и возникает вибрация.

Поэтому для таких условий следует применять более жесткий резец с увеличенными размерами сечения державки.

Угол наклона главной режущей кромки λ расположен между главной режущей кромкой и ее проекцией на основную плоскость (рис. 13). Он измеряется в плоскости, проходящей через главную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости. Величина угла λ может быть положи-

тельной, когда вершине резца является низшей точкой режущей кромки (рис. 13, в), к отрицательной, если вершина - высшая кромки (рис. 13, а). Угол λ влияет на направление схода стружки, качество обработанной поверхности и стойкость резца. При положительных значениях угла λ до 15° стружка отводится в сторону обработанной поверхности и может ухудшать ее качество.

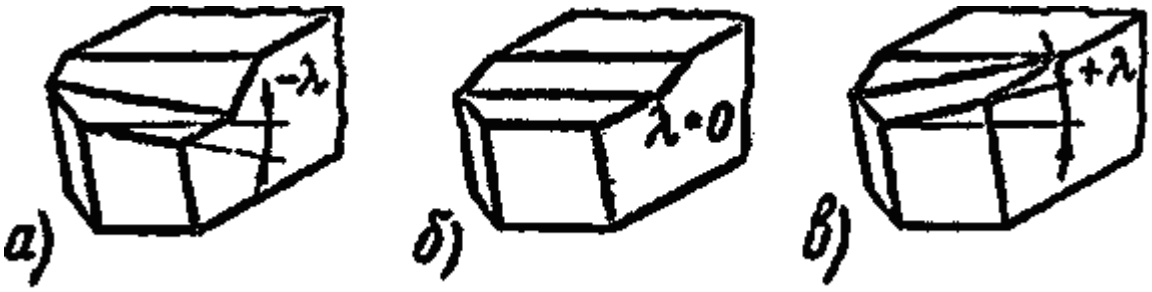

Рис. 13. Угол наклона главной режущей кромки.

Прочность вершины и стойкость резца повышаются, хотя силы резания и вибрация возрастают. Поэтому положительные углы λ применяется для черновой обработки заготовок, обладающих высокой жесткостью. Отрицательные значения угла λ до 15° обусловливают направление стружки к обрабатываемой поверхности, а такие снижают вибрацию, вследствие чего такие углы рекомендуются для чистовой обработки либо при недостаточной жесткости заготовки.

ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА.

Определение конструктивных элементов резцов.

В качестве изучаемых образцов используются проходной, подрезной и прорезной резцы (по указанию преподавателя).

Визуальным осмотром головки и державки определяются способ изготовления резце, расположения главной режущей кромки и направление подачи, форма и расположение головки, а также класс резца по его технологическому назначению.

Общая длина резца L, длина l и высота h его головки, а также ширина B и высота H державки измеряются штангенциркулем с погрешностью 0,1 мм либо металлической линейкой с погрешностью 0,5 мм (рис.2).

Измерение геометрических параметров резцов. Главные и вспомогательные углы в секущих плоскостях, а также угол наклона главной режущей кромки измеряются при помощи настольного угломера МИЗ с погрешностью 0,5° (рис. 14).

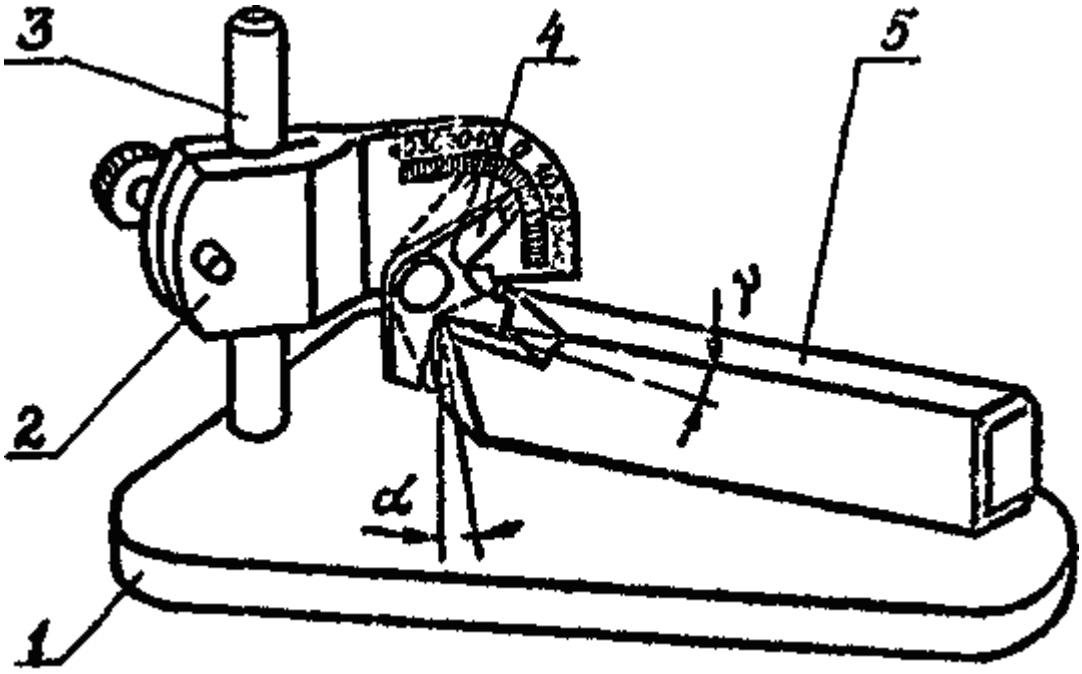

Рис.14. Схема измерений с помощью угломера МИЗ.

Угломер МИЗ имеет опорную плиту 1, стойку 3 и передвижной кронштейн 2 со шкалой. На кронштейне шарнирно установлена поворотная измерительная пластина 4 с двумя рабочими лапками и указателем.

Для измерения главных углов γ и α следует ослабить крепление кронштейна, а также пластины и установить резец 5 опорной поверхностью на плиту так, чтобы главная режущая кромка была перпендикулярна плоскости измерительной пластины. Затем для измерения угла необходимо добиться полного прилегания рабочей поверхности верхней лапки и передней поверхности резца путем поворота измерительной пластины и перемещения кронштейна на стойке. В таком положении измерительную пластину и кронштейн следует закрепить, после чего с помощью указателя определить по шкале величину угла γ. Чтобы измерить угол α, надо таким же образом обеспечить полное прилегание рабочей поверхности нижней лапки к главной задней поверхности резца и затем по шкале определить величину угла α (на рис. 14 показано пунктиром).

Для измерения вспомогательных углов γ и α_1 необходимо установить резец так, чтобы вспомогательная режущая кромка была перпендикулярна плоскости измерительной пластины. После этого так же, как было указано выше, следует определить величины углов γ_1 и α_1.

Чтобы измерить угол наклона главкой режущей кромки γ, надо установить резец своей вершиной в угол, образованный сопряжением рабочих поверхностей лапок измерительной пластины, затем совместить главную режущую кромку с рабочей поверхностью верхней лапки и по шкале определить величину угла γ.

Главный и вспомогательный углы в плане измеряются универсаль-

ным угломером с погрешностью 5 (рис. 15).

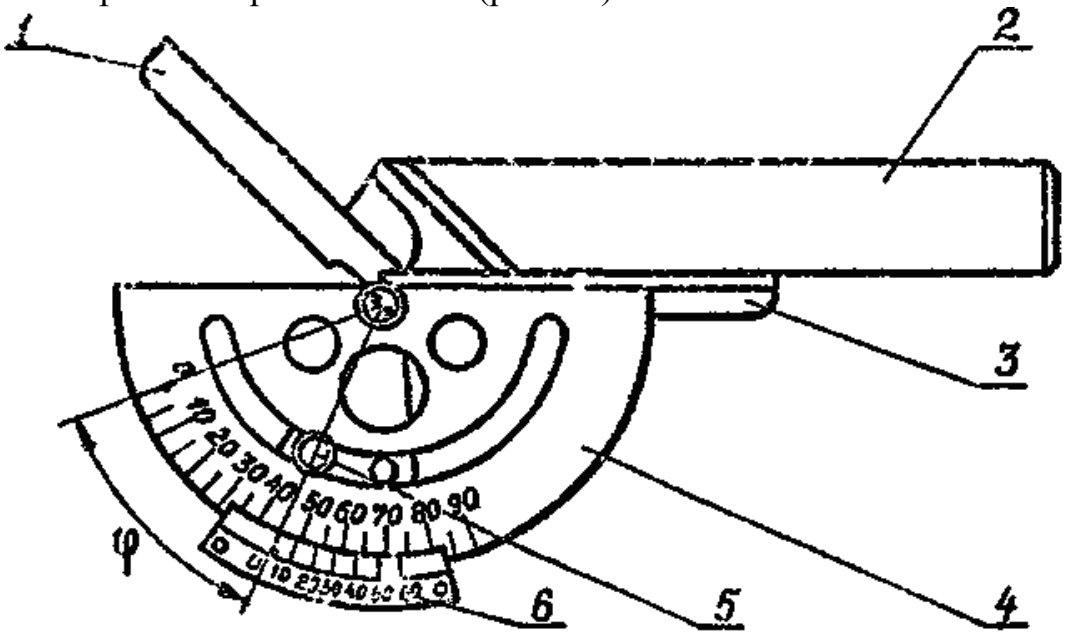

Рис. 15. Схема измерений с помощью универсального угломера.

Универсальный угломер состоит из полукруглого диска 4 с дуговой шкалой и неподвижной измерительной линейкой 3. В центре диска на оси закреплена поворотная измерительная линейка 1, имеющая указатель в виде конуса 6 и стопорный винт 5. При измерении названных углов невозможно использовать для отсчета направление подачи, вместо которого используется боковая поверхность резца 2, расположенная под углом 90° к направлению продольной подачи. Поэтому нулевое положение нониуса на шкале угломера соответствует углу 90° между его измерительными линейками.

Для измерения главного угла в плане φ необходимо ослабить стопорный винт и приложить неподвижную линейку угломера к боковой поверхности резца со стороны главной режущей кромки. Затем надо повернуть подвижную линейку до ее полного прилегания к главной режущей кромке, закрепить в таком положении стопорным винтом и с помощью нониуса по шкале определить величину угла φ.

Чтобы измерить вспомогательный угол в плане φ_1 , следует приложить неподвижную линейку угломера к боковой поверхности резца со стороны вспомогательной режущей кромки и затем, как было указано выше, определить величину угла φ_1.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Инструмент и принадлежности

1. Резцы проходной, подрезной, прорезной.
2. Штангенциркуль с погрешностью измерения 0,1 мм.
3. Металлическая линейка с погрешностью измерения 0,5 мм
4. Угломер МИЗ с погрешностью измерения 0,5°.
5. Угломер универсальный с погрешностью измерения 5.

Задание 1. Определение конструктивных параметров резцов.

1. Подготовить к изучению проходной, подрезной, прорезной резцы (по указанию преподавателя).
2. Изучить и определить типовые признаки и конструктивные параметры резцов: способ изготовления и материал режущей части головки, направления подачи, форму и расположение головки, вид
обрабатываемой поверхности, технологический класс резца.
3. Записать в протокол полученные характеристики конструктивных параметров резцов.

Задание 2. Измерение геометрических параметров резца.

1. Измерить габаритные размеры L,B,H резцов, а также размеры t и h головки.
2. Измерить главные углы γ и α , вычислить значение углов β и δ по формуле (1).
3. Измерить вспомогательные углы γ_1 и α_1, вычислить значение вспомогательного угла β_1 .
4. Измерить угол наклона главной режущей кромки λ .
5. Измерить углы в плане φ и φ_1, вычислить значение угла при вершине ε по формуле (2).
6. Измерение каждого геометрического параметра произвести отдельно на трех различных участках резца, обработать результаты измерений и записать в карту измерений их окончательные значения.

Таблица 1.

Протокол определения конструктивных параметров резцов.

Определяемый параметр			
Наименование	Характеристика		
	Проходной резец	Подрезной резец	Прорезной резец
Способ изготовления			
Материал режущей части			
Направление подачи			
Форма головки			
Вид обрабатываемой поверхности			
Технологический класс резца			

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА.

Результаты измерений отличаются от истинных значений из-за погрешностей, связанных с ограниченной точностью средств измерений. Наиболее близким к истинному значению является среднее арифметическое значение X совокупности результатов отдельных измерений:

$$X = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} X_i \qquad (3)$$

Подставив в формулу (3) вместо Xi результаты отдельных измерений каждого геометрического параметра и вместо n число измерений каждого параметра, равное 3, получим среднее арифметическое значение каждого геометрического параметра резца, которое записывается в карту измерений как окончательный результат.

Таблица. 2.

Карта измерений геометрических параметров резцов

Контролируемый параметр				
Обозначение	Предельные значения	Измеренные значения		
		Проходной резец	Подрезной резец	прорезной резец
L	мм			
B	мм			
H	мм			
l	мм			
h	мм			
γ	-10º…+20º			
α	6º…12º			

β	$90-(\gamma+\alpha)^o$			
δ	$90-\gamma^o$			
γ_1	$-8^o\ldots+15^o$			
α_1	$3^o\ldots60^o$			
λ	$-15^o\ldots+15^o$			
β_1	$90-(\gamma_1+\alpha_1)^o$			
φ	$10^o\ldots90^o$			
φ_1	$5^o\ldots45^o$			
ε	$180-(\varphi+\varphi_1)^o$			

СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА О РАБОТЕ

Письменный отчёт о работе должен содержать следующие пункты:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Основные понятия о конструкции, классификации и геометрии реэцов.
4. Схема углов резца.
5. Протокол определения конструктивных параметров резцов.
6. Карта измерений геометрических параметров резцов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие параметры характеризуют конструкцию резца?
2. На какие классы разделяют резцы по их технологическому назначению?
3. Что откосится к геометрическим параметрам резца?
4. Какие параметры резца оказывают наибольшее влияние на качество обработки изделий, а также на его стойкость?

ЛИТЕРАТУРА

1. Дальский А.М. Технология конструкционных материалов. / А.М. Дальский, Т.М. Барсуков, Л.Н. Бухаркин и др. − М.: Машиностроение, 2008 − 560 с.
2. Фетисов Г.П. Материаловедение и технология металлов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др. − М.: Высшая школа, 2008. – 876 с.

КОНСТРУКЦИЯ И ГЕОМЕТРИЯ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

Методические указания
к выполнению практической работы

Составили: СТЕКОЛЬНИКОВ Максим Владимирович
КОНОПЛЯНКИН Сергей Владимирович

Рецензент
Редактор

Подписано в печать Формат 60x84 1/16
Бум. тип. Усл.-печ.л. 1,16 (1,25) Уч.-изд.л. 1,1
Тираж 100 экз. Заказ Бесплатно
Саратовский государственный технический университет
410054 г. Саратов, ул. Политехническая, 77
Копипринтер СГТУ, 410054 г. Саратов, ул. Политехническая, 77